

As perspectivas da geração nuclear

JOAQUIM FRANCISCO DE CARVALHO

Representante no Rio de Janeiro das empresas de energia de São Paulo: CESP, CPFL, ELETRIPAULO e COMGÁS. Mestre em Ciências de Engenharia Mecânica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio, foi coordenador do Setor Industrial do Ministério do Planejamento e Coordenação Geral, Secretário-Geral da FINEP e Diretor da NUCLEBRÁS.

As raízes históricas da energia nuclear, no Brasil, aprofundam-se até a década de 30, com a vinda de eminentes professores europeus, para a Universidade de São Paulo, formando um núcleo do qual originou-se a Seção de Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, que deu lugar ao atual Instituto de Física, daquela Universidade. Desse núcleo, saíram inúmeros físicos e engenheiros que, em 1956, congregaram-se no Instituto de Energia Atômica — IEA, hoje denominado Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares de São Paulo — IPEN. Em 1966, criou-se o Centro de Energia Nuclear na Agricultura — CENA, ligado à Escola Superior de Agricultura de Piracicaba, da Universidade de São Paulo.

Enquanto isso, o Governo Federal criava, no Rio de Janeiro, nas décadas de 40, 50 e 60, o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas — CBPF (1949), o Conselho Nacional de Pesquisas CNPq (1951), a Comissão Nacional de Energia Nuclear — CNEN (1956), o Instituto de Radioproteção e Dosimetria — IRD (1960) e o Instituto de Energia Nuclear — IEN (1962).

Antes da criação da CNEN, havia sido criado, em Belo Horizonte, o Instituto de Pesquisas Radiológicas — IPR (1953), ligado à Universidade Federal de Minas Gerais, posteriormente transferido para a NUCLEBRÁS, sob a denominação de Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear — CDTN.

Em 1971, quando a CNEN e FURNAS defrontavam-se com o problema de gerenciar a construção e montagem da central nuclear de Angra I, contratada com a Westinghouse, foi criada a Com-

panhia Brasileira de Tecnologia Nuclear — CBTN, com as atribuições de planejar e implantar no país um programa de geração eletronuclear, em escala adequada para atender à demanda de energia elétrica, quando o potencial hidrelétrico estivesse plenamente aproveitado. Esta companhia foi extinta em 1975, nascendo, em seu lugar, a NUCLEBRÁS, já sob o clima das negociações com o governo alemão e com a KWU, que culminaram com o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha.

Desde 1956, quando se iniciaram as obras de seu reator, que começou operar em 1957, o IEA (atual IPEN) tem sido um dos mais ativos centros de pesquisas nucleares no Brasil.

É no IPEN que se realiza o que de mais importante se faz no país, em campos tais como química do urânio, tório e outros materiais de interesse nuclear, metalurgia nuclear e combustíveis, tecnologia de produção de radioisótopos, aplicações industriais e biomédicas, processamento de material radioativo, engenharia de reatores, etc. Vale assinalar que, atualmente, são irradiadas no Instituto, mais de 10 mil amostras por ano.

Situação Atual do Programa

Para avaliar-se o programa nuclear brasileiro, vamos desdobrá-lo em duas vertentes: a vertente da Nuclebrás que, associada à Kraftwerk Union (KWU), procura implementar o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha, e a vertente nacional, também chamada programa nuclear paralelo, que compreende algumas instituições de pesquisas ligadas à universidades, tais como o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares de São Paulo — IPEN, o Departamento de Ciências de Materiais da Universidade de São Carlos, o Instituto de Estudos Avançados, ligado ao ITA, de São José dos Campos, os Institutos de Física da USP e da Unicamp, a Coppe e o IEN, do Rio de Janeiro.

A vertente nacional é, de certo modo, representada, perante o Governo Federal, pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, particularmente, depois que esta, há cerca de três anos, assumiu parte da responsabilidade pela administra-

ção do IPEN. Esta vertente foi muito prejudicada pela NUCLEBRÁS, que sendo, politicamente, mais forte nos primeiros anos da vigência do Acordo Brasil-Alemanha, conseguia captar uma parcela preponderante dos orçamentos do setor. Como consequência, diversas instituições tiveram que desativar programas e dispersar equipes já treinadas e experientes.

Vejam qual é a situação atual do programa nuclear brasileiro:

1º — A parte sob a responsabilidade da NUCLEBRÁS, ou seja, o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha, enfrenta sérias dificuldades que, segundo o Governo, são um reflexo da crise econômica que o país atravessa.

Na verdade, as razões da inviabilidade do Acordo Brasil-Alemanha, são muito mais profundas, pois ele se baseou em premissas altamente discutíveis.

A primeira dessas premissas, foi de que o Brasil conseguiria superar a crise do petróleo, mediante sua substituição por eletricidade, gerada em centrais nucleares, o que é um absurdo, por ser evidente que, aos níveis tecnológicos atuais, e considerando a infra-estrutura brasileira, a eletricidade não pode substituir os derivados de petróleo, exatamente no setor em que estes são mais críticos, que é o dos transportes. As substituições possíveis resumem-se, praticamente, aos usos de óleos combustíveis na indústria, que estão sendo deslocados pela eletrotermia.

A segunda premissa frágil foi a de que a demanda de energia elétrica continuaria crescendo, exponencialmente, seguindo as mesmas tendências constatadas nos anos do chamado "milagre brasileiro", elevando, de tal modo, o consumo de energia elétrica, que seríamos obrigados a apelar, pesadamente, para as centrais nucleares, antes do ano 2000. Isso é um absurdo, pois não leva em conta o esforço de conservação de energia, que poderá reduzir a elasticidade-renda do consumo de energia a valores próximos da unidade.

A terceira premissa discutível foi de que o potencial hidrelétrico, economicamente aproveitável, não chegaria nem a 100.000 megawatts. Ora, três anos de

depois de assinado o Acordo com a Alemanha, a ELETROBRÁS anunciou que esse potencial ultrapassa os 213.000 megawatts.

Finalmente, outra premissa frágil foi a de que o Acordo seria um importante veículo de transferência de tecnologia nuclear para o Brasil. A verdade é que não existe transferência de tecnologia, substantiva, nessa área. O que há é, apenas, uma transferência de experiência nas áreas de coordenação de projeto e de montagem de centrais nucleares, o que, também, é importante, sem dúvida, mas deixa-nos dependentes do exterior, nas áreas mais relevantes de concepção e engenharia básica.

2º — A vertente nacional do programa nuclear brasileiro está indo bem, apesar da escassez de recursos. Como foi dito acima, esta vertente concentra-se, basicamente, no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares de São Paulo (IPEN), no Centro de Energia Nuclear na Agricultura, de Piracicaba (CENA), nos Institutos e Departamentos de Física de algumas universidades, como as de São Paulo, Campinas, São Carlos, Rio de Janeiro e Porto Alegre e, ainda, o Instituto de Energia Nuclear do Rio de Janeiro.

O IPEN e o CENA participam, ativamente, de inúmeros programas de assistência técnica à indústria e à agricultura, devendo-se enfatizar que, graças ao IPEN, somos, praticamente, autossuficientes em fontes para uso industrial e biomédico.

Ultimamente, alguns setores do IPEN têm sido mobilizados em programas relacionados ao projeto do sistema de propulsão para um submarino nuclear, a ser construído pela Marinha brasileira.

Não me parece que isso contribua para o desenvolvimento da tecnologia nuclear no Brasil. Seria aconselhável que, atividades dessa natureza, fossem realizadas em instituições de pesquisa da própria Marinha, em locais afastados de campi universitário.

Reavaliação do Programa Nuclear Brasileiro

Sem embargo de se terminar a instalação da unidade II e antes de se avançar na construção da unidade III do parque nuclear de Angra dos Reis, deve-se reabrir a discussão sobre o ciclo de combustível a ser adotado, uma vez que seria estrategicamente errado prosseguirmos com os reatores a urânio enriquecido, sem que tenhamos capacidade industrial

para enriquecer urânio, em escala compatível com a demanda dos reatores a serem construídos. Isto colocar-nos-ia na dependência de potências estrangeiras para a geração de energia elétrica, criando sérias vulnerabilidades para a própria segurança nacional.

A reabertura da questão do ciclo do combustível colocar-nos-á diante das seguintes perguntas: Teremos tempo suficiente para projetar, testar e desenvolver um protótipo de reator a urânio natural e água pesada e, ainda, para construir, em escala industrial, um reator padronizado, resultante da extrapolação do projeto do protótipo, testado e aprovado? Esse tempo seria suficiente para, simultaneamente, desenvolver-se a unidade de enriquecimento de água pesada? Até que ponto existe, no Brasil, capacidade técnica e industrial para a realização desses programas?

É evidente que tais perguntas só podem ser respondidas, com seriedade, por um grupo multidisciplinar, do qual participem representantes de instituições de pesquisas como o IPEN, o IPT, o IEN e outros, pertencentes à vertente nacional do programa nuclear, em interação com os departamentos de engenharia e de produção de alguns estabelecimentos industriais, de notória qualificação nos campos da caldeiraria, da construção mecânica, da fabricação de equipamentos elétricos e da eletrônica de controle.

Uma vez estimado, com a necessária margem de segurança, o prazo necessário para o desenvolvimento da capacidade técnico-industrial e para a realização dos programas mencionados, teríamos que confrontá-lo com o prazo previsível de duração de oferta de energia hidrelétrica, na medida suficiente para atender à crescente demanda.

A escolha da energia hidráulica, como referencial para a oferta de energia elétrica, se deve às excepcionais peculiaridades geográficas, climáticas e hidrológicas, que garantem ao Brasil uma das maiores se não a maior reserva de recursos hidrelétricos economicamente aproveitáveis do planeta, e, também, ao fato de que a engenharia e a indústria brasileira não depende de fornecimentos externos significativos para o aproveitamento dos recursos hidroelétricos.

É evidente que uma análise semelhante, para ser realizada em outros países, deve adotar como referencial a fonte de energia mais abundante e para cujo aproveitamento o país esteja tecnológica e industrialmente mais capacitado. Assim, por exemplo, em países como a

Grã-Bretanha, França, Alemanha ou Itália, parece claro que a fonte de energia elétrica mais acessível, a curto e médio prazos, é a energia da fissão nuclear, pois esses países já aproveitaram, praticamente, todo o seu potencial hidrelétrico e, neles, a geração termelétrica a carvão é, economicamente e socialmente, problemática. Na Austrália, ao contrário, o referencial a ser adotado é, nitidamente, a geração termelétrica a carvão, face às excepcionais reservas australianas dessa matéria-prima energética. Foi, por esta razão, aliás, que há alguns anos, quando a energia da fissão nuclear era considerada como obrigatória para qualquer nação aspirante ao desenvolvimento tecnológico e industrial, o governo australiano teve o descortino e a coragem de abandonar um projeto já iniciado de construção de uma central nucleolétrica, no momento em que os técnicos e planejadores constataram que custaria de duas a três vezes mais caro que a energia termelétrica a carvão e que a adoção da energia nucleolétrica inviabilizaria os grandes projetos de alumínio a serem implantados no país, a não ser que essa energia fosse subvencionada mas, então, com prejuízos para o restante da economia e, o que é mais grave, com grandes injustiças sociais, uma vez que toda a população seria onerada com os custos da energia nuclear. À vista disso, o Governo australiano sensibilizou-se diante dos argumentos técnico-econômico, decidindo — por ser muito mais lógico e coerente com os interesses nacionais — cancelar o projeto nuclear e continuar com o carvão até um horizonte de tempo compatível com a duração das respectivas reservas.

Enquanto isso, algumas universidades e instituições de pesquisas australianas desenvolvem programas nucleares com decidido apoio do governo. O objetivo desses programas é preparar recursos humanos e acompanhar o desenvolvimento tecnológico da indústria nuclear nos países que foram obrigados a adotar a geração eletronuclear, por não disporem mais de fontes de energia mais simples e econômicas. Esses programas, de formação de recursos humanos e acompanhamento da evolução tecnológica, custam ao país apenas uma fração pequena do que custaria a implantação, prematura, de um programa de geração eletronuclear, de modo que ficam disponíveis recursos para investimentos mais urgentes, à luz do processo de desenvolvimento econômico e social equilibrado, que faz

da Austrália uma das nações mais prósperas e, tecnologicamente, evoluídas da comunidade internacional.

Isto posto, vejamos como se pode calcular o prazo de duração da oferta de energia hidrelétrica, na escala adequada, para atender à demanda previsível.

De acordo com o Balanço Energético Nacional, o perfil do consumo final de energia no Brasil, em 1983, apresenta-se como na Tabela 1.

Em 1983, a população brasileira era de 128.173.000 de habitantes, de modo que o consumo final de energia, per capita, foi de 1.045 TEP. Nesse consumo, a energia elétrica entrou com 30,7%, ou seja, 321 TEP/hab., equivalente a aproximadamente 1.100 kWh/hab., com base no coeficiente de 0,29 TEP/MWh utilizado no Balanço Energético Nacional.

Para fazer nosso cálculo de duração das reservas hidrelétricas, delinearíamos um cenário que possa ser, realisticamente, atingido pela economia brasileira no ano 2000, partindo da atual conjuntura interna e levando em conta as restrições impostas pelo endividamento externo, à taxa de formação bruta de capital e à capacidade de investimento. É bom lembrar que, em 1983, nosso PIB apresentou uma taxa de crescimento negativa da ordem de -3,2%.

Em 1984, o PIB cresceu à taxa de 4,5%, de acordo com a Fundação Getúlio Vargas, o que representa um aumento de apenas 1,26%, em relação aos níveis de 1982.

O mesmo tem acontecido no tocante ao consumo de energia elétrica: nos anos de recessão mais pronunciada, as altas taxas inicialmente previstas não foram atingidas e, nos anos de reaquecimento da economia, as taxas de crescimento do consumo de energia elétrica apresentam valores muito altos. Isso não deve, entretanto, a induzir-nos no erro de projetar para o futuro taxas excepcionais, localizadas em curtos intervalos de tempo, como ilustra a Figura 1.

A fim de nos colocarmos a salvo de erro induzidos por projeções para o futuro de tendências verificadas no passado, construiremos um cenário de antecipação no qual definiremos uma situação desejável e viável para a economia brasileira no ano 2000.

Seria, naturalmente, desejável que, naquele ano, a qualidade da vida no Brasil e o PNB, per capita, atingissem os níveis encontrados em países desenvolvidos, como por exemplo, a Itália, o Japão, a França ou Alemanha, que são

exemplos de potências industriais das mais avançadas.

Uma análise detalhada de nossa atual conjuntura econômico-social evidencia, entretanto, que dificilmente isso seria viável.

Assumamos, mesmo assim, que com um notável esforço do setor privado e muita competência e austeridade por parte do governo consigamos chegar ao ano 2000 com um produto per capita ao nível de 3.060 dólares, a valores de 1983, ou seja, aproximadamente igual ao da Alemanha em 1965, ou ao da Itália em 1970.

Considerando que no ano 2000 a população brasileira será da ordem de 180 milhões de habitantes, o produto nacional teria que chegar a 550 bilhões de dólares para atingirmos o objetivo procurado. Em outras palavras, teremos que chegar ao ano 2000 com um PNB praticamente igual, a valores de 1983, ao PNB que o Japão apresentou em 1979.

Assim, nosso PNB, que atualmente é da ordem de 230 bilhões de dólares, deveria crescer, até o ano 2000, a uma taxa média de 6% ao ano.

Não há dúvida de que a hipótese de crescimento ininterrupto adotada colocaria o Brasil entre as maiores potências industriais do mundo por volta do ano 2000. Note-se, ainda, que uma das principais características das nações desenvolvidas e industrializadas é que, ne-

las, as taxas de crescimento da economia são apenas um pouco superiores às taxas de crescimento demográfico. Ora, segundo o IBGE, por volta do ano 2000 a população brasileira estará crescendo a taxas inferiores a 1,9% ao ano, de modo que se o produto nacional crescer a, digamos, 3% ao ano, após aquele ano, o resultado será excelente. Para que a economia brasileira cresça, ininterruptamente, a uma taxa média de 5,21% ao ano, de 1985 até o ano 2000, deveremos ter taxas bem maiores nos primeiros anos do período, que irão decrescendo até os 3% ao ano, que deverão ser sustentados daquela época em diante.

Para esboçar nosso cenário, no que diz respeito ao setor energético, admitamos, com segurança, que a elasticidade-renda do consumo total de energia fique em torno da unidade, ao contrário do que vem ocorrendo de 1973 para cá, em países industrializados como os Estados Unidos, a Alemanha, a França, a Itália, o Japão e outros, nos quais essa elasticidade caiu para valores inferiores à unidade, graças a eficientes programas de conservação de energia e eliminação de desperdícios. Admitamos, ainda, que a elasticidade-renda do consumo de energia elétrica continue acima da unidade, em virtude da penetração da eletricidade em processos industriais que, hoje, empregam outras formas de energia. Com isso, a energia elétrica, que em 1983 estava contribuindo com 30,7% no

TABELA 1

PERFIL DO CONSUMO FINAL DE ENERGIA, EM 1983

Fontes/Formas de Energia	10 ³ TEP	%
Gás natural	1.586	1,2
Carvão vapor	1.453	1,1
Lenha	20.257	15,1
Outras fontes primárias	47	0,0
Óleo Diesel	15.187	11,3
Óleo combustível	9.770	7,2
Gasolina	6.734	5,0
GLP	3.642	2,7
Nafta	3.577	2,7
Querosene	2.251	1,7
Gás	1.080	0,8
Coque de Carvão mineral	3.308	2,5
Eletricidade	41.069	30,7
Carvão vegetal	3.956	3,0
Álcool etílico	3.828	2,9
Bagaco de cana	9.367	7,0
Outras fontes secundárias	2.059	1,5
Produtos não-energéticos	4.817	3,6
TOTAL	133.988	100,0

Fonte: Balanço Energético Nacional, MME, 1984

perfil de consumo final de energia, pasará a contribuir com 40% por volta do ano 2000.

Com essas hipóteses, podemos anteciper para o ano 2000 o perfil de consumo final de energia indicado na tabela II).

O esboço de cenário de antecipação, apresentado na Tabela 2, pode ser considerado normativo, na medida em que defina a síntese de uma situação preferida, ou desejável, a ser atingida no ano 2000. Neste caso, temos que aceitar que a economia e a sociedade são dinâmicas e evoluem sob a influência do desenvolvimento científico e tecnológico.

Assim, é possível para a sociedade, em geral, e para os setores empresarial e governamental, em particular, administrar certas mudanças, orientando-as para direções que permitam que o cenário desejável seja atingido. Em outras palavras, é possível para o homem escolher, entre diferentes futuros possíveis, um "futuro preferido".

Ora, justamente na área da energia pode-se fazer muita coisa, com o objetivo de otimizar a utilização final dos recursos disponíveis e evitar desperdícios. Vejamos alguns exemplos:

1) Seria lógico e desejável, para um país das dimensões do Brasil, que se tirasse melhor proveito das possibilidades de produção de biomassas em larga escala para suprimento de parte da demanda de energia primária; ainda mais porque um dos problemas mais graves que temos pela frente é o de criar empregos, na

proporção de um milhão e meio por ano, para os enormes contingentes de mão-de-obra que vão surgindo no mercado. Ora, como todos sabem a produção de energia de biomassas é uma atividade altamente labor intensiva.

2) É notório que o Brasil copiou de países industrializados alguns hábitos e padrões de consumo de energia elétrica francamente perdulários. Esses hábitos e padrões já foram abandonados nos países de origem, mas continuam em voga entre nós. As autoridades e os empresários precisam compreender que é muito mais econômico para a sociedade e para a nação racionalizar o uso da energia elétrica do que construir onerosas unidades geradoras para atender a consumos supérfluos.

Seria possível, por exemplo, economizarem-se grandes cargas de energia elétrica, hoje desperdiçadas em climatização e condicionamento de ambientes, se os arquitetos e construtores brasileiros pesquisarassem formas e soluções arquitetônicas mais apropriadas para o clima tropical, e abandonassem as fachadas envidraçadas que são verdadeiras estufas.

3) No setor industrial, também está havendo muito desperdício em decorrência dos incentivos à eletrotermia. Aqui, vale ponderar que, como sabemos, a geração de vapor é, talvez, a aplicação menos eficiente da eletrotermia, face ao pequeno rendimento energético. Muitos estabelecimentos industriais obtiveram bons resultados econômicos com esse

ta opção; mas isto se deve, basicamente, ao baixo preço da eletricidade excedente, vendida de acordo com tarifas sazonais.

As boas aplicações da eletrotermia dependerão, de um lado, de inovações tecnológicas para o desenvolvimento de processos que utilizem a própria corrente elétrica e, de outro lado — quando se tratar de sistemas que pressuponham a geração de vapor —, não devem resumir-se ao uso do vapor gerado apenas como vetor de calor, quando esse vapor não for, efetivamente, necessário ao processo em si.

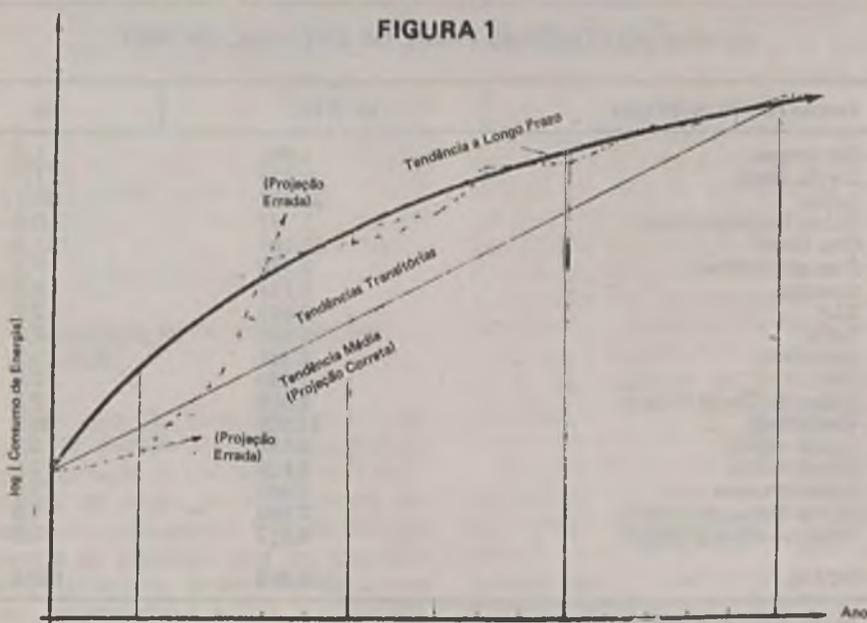
No caso da geração de vapor, as inovações tecnológicas deverão passar pela reformulação dos lay-outs dos sistemas, de modo que o vapor seja empregado, preferencialmente, nos pontos de consumo, com vistas à eliminação de perdas.

A utilização indiscriminada de vapor é o resultado de uma avaliação inadequada dos processos produtivos, nascidos em países ricos em carvão ou petróleo e em capitais. Eletricidade não é combustível e, em princípio, seu uso, para a geração de vapor, representa um desperdício de energia. Ainda mais: se usarmos, indiscriminadamente, a eletricidade, em qualquer processo térmico estaremos, na maioria dos casos, "queimando" energia desnecessariamente e antecipando o esgotamento de nossa capacidade hidrelétrica, o que nos obrigará a instalar centrais termelétricas convencionais ou nucleares mais cedo do que desejáramos.

Com vistas à eficiência macro-econômica, deve-se dar prioridade aos investimentos em programas que contribuam para adaptar nosso perfil de consumo aos insumos energéticos disponíveis, deixando-se para segundo plano os programas que visem apenas escoar, a curto prazo, os excedentes hidrelétricos ocasionais.

4) É necessário abolir a idéia de que exportar a qualquer custo é uma política vantajosa. No bojo de um ilusório sistema de incentivos, temos exportado matérias-primas e produtos manufaturados e semimanufaturados a preços que, muitas vezes, não cobrem satisfatoriamente os custos de produção. É evidente que tal prática descapitaliza o país como um todo em benefício de alguns poucos exportadores, ligados ou não a grupos estrangeiros e multinacionais. Projetos como o da Albrás, no Pará, e Alumar, no Maranhão, deveriam ser cuidadosamente reavaliados e reformula-

FIGURA 1



dos, pois como se sabe, recebem energia elétrica de Tucuruí a uma tarifa de 12 mills por kWh, enquanto o custo de produção dessa energia é de 52 mills por kWh. Com isso, a ELETROBRÁS tem um prejuízo anual de 400 milhões de dólares; o que representa, em última análise, uma transferência líquida de recursos da nação brasileira para os grupos que controlam aqueles projetos, sem que o povo tire disso praticamente nenhum benefício. Isso contribui para o empobrecimento gradual de um país potencialmente rico, que se deixou levar pelas ilusões do "exportar é a solução".

5) Em 1975, exportamos 92 milhões de toneladas de matérias-primas e produtos acabados e, em 1984, nossas exportações foram de 141 milhões de toneladas. Enquanto isso, de acordo com o departamento de mercado da ELETROBRÁS, a energia elétrica incorporada às nossas exportações montou em aproximadamente, 5,8 bilhões de kWh, em 1975, e 24 bilhões de kWh, em 1984. Assim, enquanto a tonelagem exportada cresceu por um fator de 1,53, a energia elétrica incorporada nessas exportações multiplicou-se por 4,14. Isso naturalmente, é uma decorrência da exportação cada vez maior de produtos como o alumínio, os ferros-liga, os laminados de aço e alguns petroquímicos, todos altamente *electricity intensive*. Resta ver se, com a energia elétrica subsidiada, essas exportações contribuíram para enriquecer ou para empobrecer o país, em termos líquidos.

Para finalizar, voltemos a nossos perfis de consumo final de energia em 1983 e no ano 2000: vemos que a eletricidade passaria de 41.069.000 TEP, equivalente a 141.617.241 MWh, para 127.200.000 TEP, equivalente a 438.620.000 MWh, aumentando sua participação relativa de 30,7% para 40%.

Como a população, no ano 2000, será da ordem de 180 milhões de habitantes, teríamos naquele ano um consumo per capita de aproximadamente 2.400 kWh por ano, equivalente ao de países adiantados, como a Itália e a França, na década de 60, no auge do "milagre econômico" europeu do pós-guerra.

Por outro lado, para chegar-se ao consumo de 438.620.000 no ano 2000, a partir dos 141.617.241 MWh consumidos em 1983, teríamos que ter um crescimento médio anual de 6,88% ininterruptamente, até aquele ano; enquanto o consumo global de energia estaria crescendo a uma taxa média de 6,00% ao ano, de modo que, para alcançarmos o nosso cenário, a elasticidade-renda do consumo de energia elétrica deveria ser de 1,3.

Naturalmente, a taxa média representa uma tendência de longo prazo. Na realidade, nos próximos anos, a taxa de crescimento do consumo de energia elétrica poderá ultrapassar valores da ordem de 11% ao ano, para ir caindo aos poucos, até ficar apenas um pouco acima da taxa de crescimento do consumo global de energia, por volta do ano 2000.

Com nossas hipóteses de que o crescimento anual do PNB estará por volta de 3% no ano 2000 e que a elasticidade-renda do consumo global de energia será igual à unidade, poderíamos assumir que, do ano 2000 em diante, o consumo de energia elétrica cresça a 3,5 ao ano, apresentando, ainda, uma elasticidade-renda superior à unidade. Os 438.620.000 MWh a serem consumidos no ano 2000 podem ser gerados por hidrelétricas, totalizando uma potência instalada da ordem de 100.000 MW, admitindo-se perdas de 8% na transmissão e distribuição e uma reserva técnica de 12%.

Por outro lado, com as taxas de cres-

cimento de consumo então vigentes e, levando em consideração que o potencial hidrelétrico brasileiro assegura a produção, em condições hidrológicas críticas, de 933.000.000 MWh por ano, poderemos atender à demanda com boa margem de segurança, até por volta do ano 2000, apenas com centrais hidrelétricas, não esquecendo, evidentemente, o necessário sistema interligado de transmissão e distribuição de energia elétrica.

Dispomos, pois, de um prazo de aproximadamente 35 anos para desenvolver e testar protótipos e gradativamente ir passando ao emprego da energia nuclear em escala industrial.

O Brasil dispõe de um parque industrial suficientemente amplo, diversificado e integrado que lhe permite, sem dúvida, desenvolver um programa nuclear preponderantemente baseado em esforço próprio, com pequena margem de assistência técnica externa. Para isso, será necessário que centros de pesquisas, tais como o IPEN e o IPT, e os departamentos especializados de determinadas universidades possam interagir eficientemente com empresas industriais, segundo um plano rigorosamente definido pelos organismos governamentais competentes, com o objetivo de construir um protótipo de reator de potência, a partir do qual seria então construído um modelo padrão de reator em escala industrial que, produzido em série, destinaria-se a complementar a geração hidrelétrica, quando isso se fizer efetivamente necessário.

TABELA 2

PERFIL DO CONSUMO FINAL DE ENERGIA NO ANO 2000		
Fontes/Formas de Energia	10 ³ TEP	%
Petróleo		
Gás natural	79.500	25
Carvão mineral		
Xisto e Turfa		
Eletricidade	127.200	40
Alcool etílico		
Carvão vegetal		
Lenha e outras biomassas	111.300	35
Produtos não energéticos		
TOTAL	318.000	100